

УДК 338.4

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА****Т.И. ЛЕБЕДЕВА***(Представлено: канд. экон. наук, доц. С.В. ИЗМАЙЛОВИЧ)*

Установлена возможность получения сорбента для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с использованием сорбентов на растительной основе (створки фасоли, боба, исландского мха, смеси шелухи злаковых, стружки ели). Изучена сорбционная способность отходов агропромышленного комплекса по отношению к нефти и нефтепродуктам с различной плотностью. Выполнен сравнительный анализ предлагаемых образцов с промышленными аналогами.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, разлив, сорбент, отходы.

Мировая потребность в энергии удовлетворяется главным образом за счет полезных ископаемых. Поэтому нефть является одним из важнейших видов энергетического сырья. Нефть является преимущественным сырьем для производства современных синтетических материалов, транспортных топлив, занимает важное место в структуре топливно-энергетических балансов, продукты ее переработки используются в производстве электроэнергии и тепла [1; 2].

Любой случайный или преднамеренный выброс жидких углеводородов в окружающую среду называется разливом нефти. Источники разлива в основном включают в себя естественную фильтрацию, разведку, добычу и переработку, а также транспортировку. Первый зарегистрированный случай разлива нефти произошел в 1907 году из-за разрушения танкера Томаса У. Лоусона у необитаемого острова Аннет, который выпустил 7,4 тысячи тонн нефти в море. Данные Международной федерации загрязнения владельцев танкеров показывают, что количество крупных разливов нефти за последние годы сократилось, возможно, из-за повышения осведомленности в обществе в сочетании с жестким соблюдением экологической политики правительствами [3]. Тем не менее, по-прежнему поступают сообщения о разрушительных разливах нефти. 22 апреля 2010 года произошла авария на буровой платформе DeepwaterHorizon, которую BP использовала для добычи нефти в Мексиканском заливе.

Загрязнению была подвержена вода и почва. Во время взрыва нефтяной вышки погибло 11 человек. Эта авария признана самой крупной катастрофой техногенного характера в истории Соединенных Штатов. Из-за разлива нефти было загрязнено 1770 километров побережья. Для устранения возможного отравления был введен запрет на рыбную ловлю. Более трети всей акватории Мексиканского залива были закрыты для промысла. От нефти пострадали все штаты США, имеющие выход к Мексиканскому заливу. Значительный ущерб был нанесен Луизиане, Алабаме, Миссисипи и Флориде [4].

Экологические последствия разливов нефти носят трудноучитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе.

Не смотря на мировую тенденцию к снижению аварийных разливов нефти, изучение и разработка технологий локализации и ликвидации аварийных ситуаций, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов в процессе их транспортировки является важной задачей экологической безопасности [5].

В качестве сорбентов для утилизации нефтепродуктов используют синтетические, неорганические и органические сорбенты. Особый интерес представляет поиск и исследование материалов, обладающих высокими сорбционными характеристиками и имеющими органическую основу.

В последние годы активно выполняется поиск в области по получения недорогих нефтяных сорбентов для сбора проливов углеводородов, однако оценке эффективности применения сорбентов на основе древесных отходов и отходов растениеводства не уделялось достаточного внимания.

Исходя из выше сказанного, целью исследования является поиск и исследование местного растительного сырья, обладающего высокими сорбционными характеристиками по отношению к нефти и нефтепродуктам.

Объектами исследования служили створки фасоли обыкновенной *Phaseolipericarpium*, створки гороха обыкновенного *Pisumsativum*, створки боба обыкновенного *Viciafabá*, стружка еловая. *Piceaabies*, исландский мох *Cetrárgiaislándica*, смесь шелухи сельскохозяйственных культур. Себестоимость сырья по состоянию на май 2020 приведена в таблице 1.

Таблица 1. – Себестоимость сырьевых ресурсов

Наименование	Единица измерения	Удельная цена, руб.
Створки фасоли	т	5,60
Створки боба	т	4,60
Исландский мох	кг	14,08
Смесь шелухи с/х культур	т	7,00
Стружка еловая	кг	0,16

Для исследования использовались следующие образцы фракций с размером частиц 0,25–1 мм растительной биомассы: створки фасоли и боба, исландский мох; а также стружка еловая фракции <1мм и смесь шелухи сельскохозяйственных культур размером частиц > 0,63мм. Была проведена обработка предварительно высушенных образцов холодной и горячей водой, а также щелочью NaOH.

Основным показателем, характеризующим эффективность сорбентов в очистке нефтяных загрязнений, является адсорбционная нефтеемкость – способность поглощать максимально возможное количество адсорбата единицей массы адсорбента. Оценка эффективности нефтяных сорбентов определяется согласно ТУ 214-10942238-03-95 или методике, приведенной в [6], в соответствии с этой методикой определена сорбционная способность по отношению к нефти, дизельному топливу, керосину и вакуумному дистилляту ВД-1. Оптимальное время сорбции составило 60 минут. На рисунках 1–4 представлены результаты анализа сорбционной активности образцов, подвергшихся обработке и в нативном виде при времени контакта 60 минут.

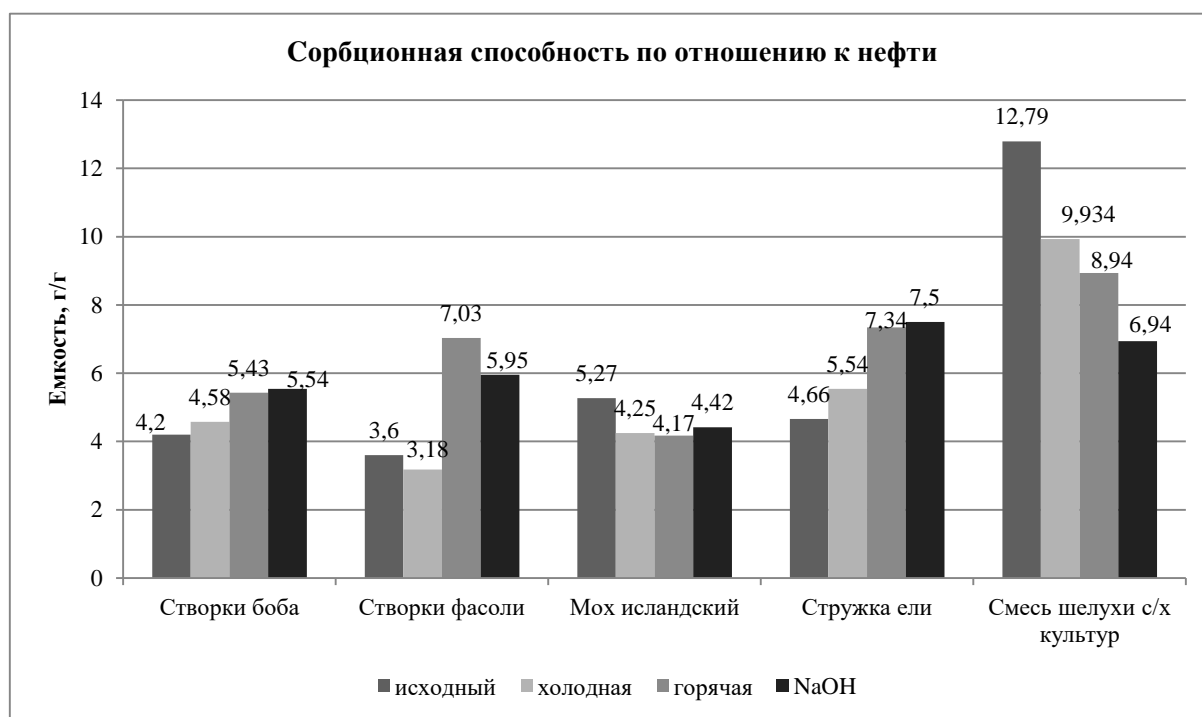


Рисунок 1. – Сорбционная способность по отношению к нефти, образцов сорбента в зависимости от вида обработки

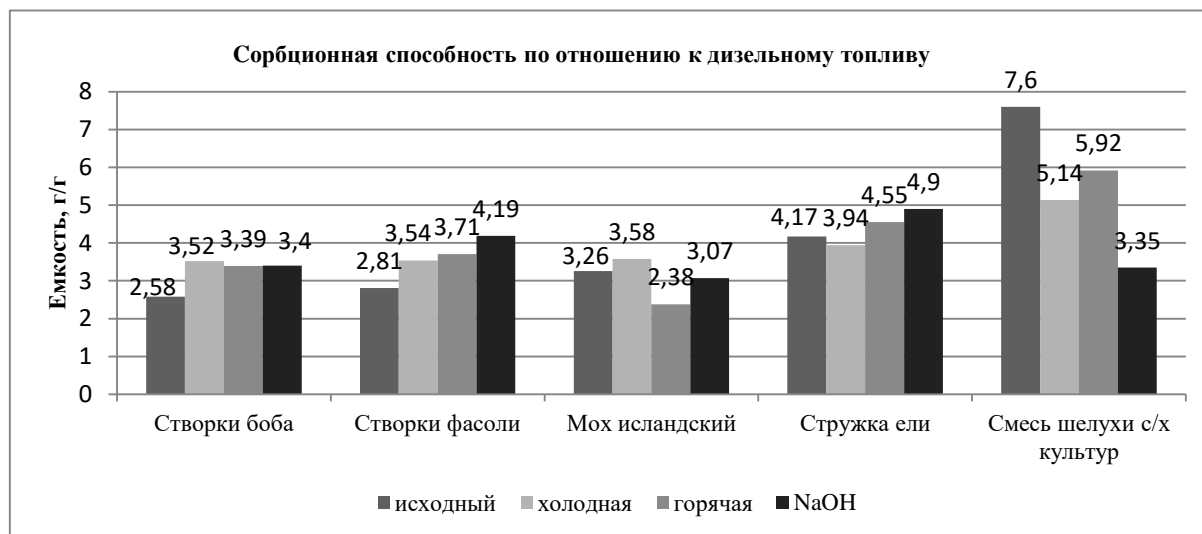


Рисунок 2. – Сорбционная способность по отношению к дизельному топливу, образцов сорбента в зависимости от вида обработки

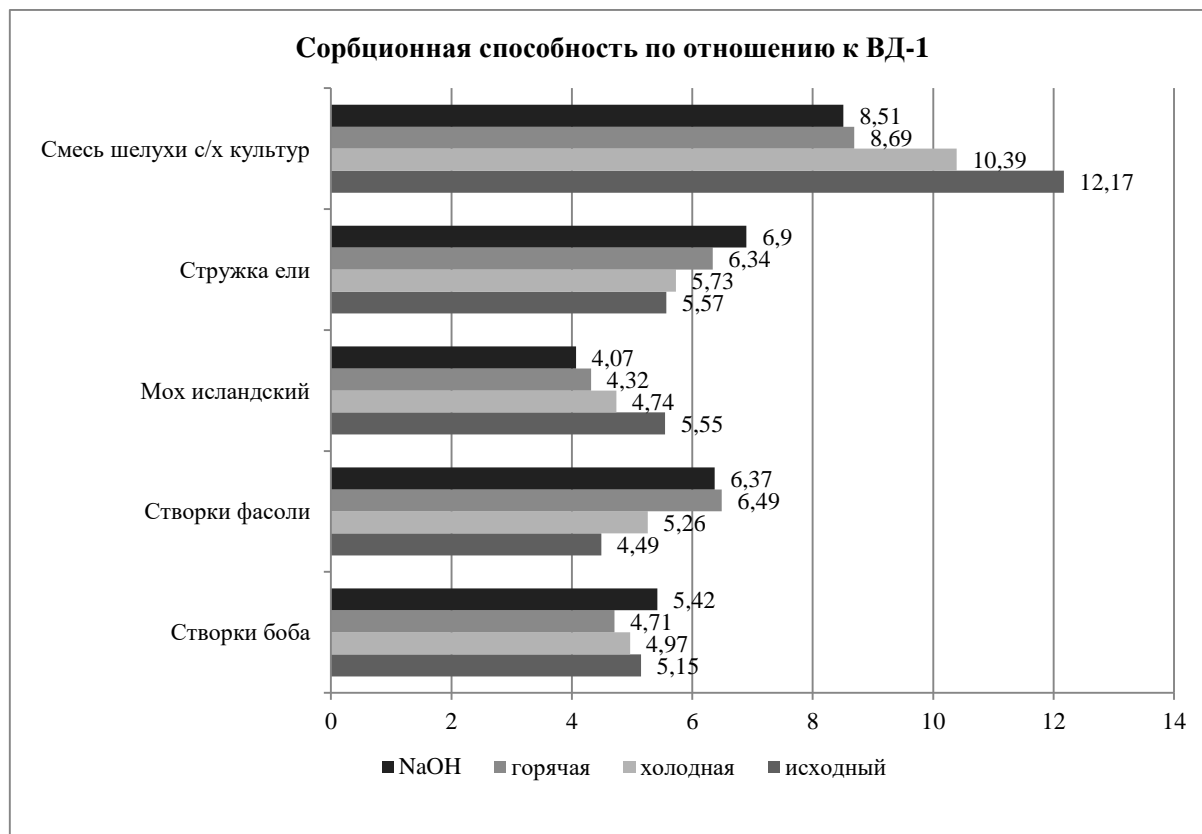


Рисунок 3. – Сорбционная способность по отношению к вакуумному дистилляту 1-го погона, образцов сорбента в зависимости от вида обработки

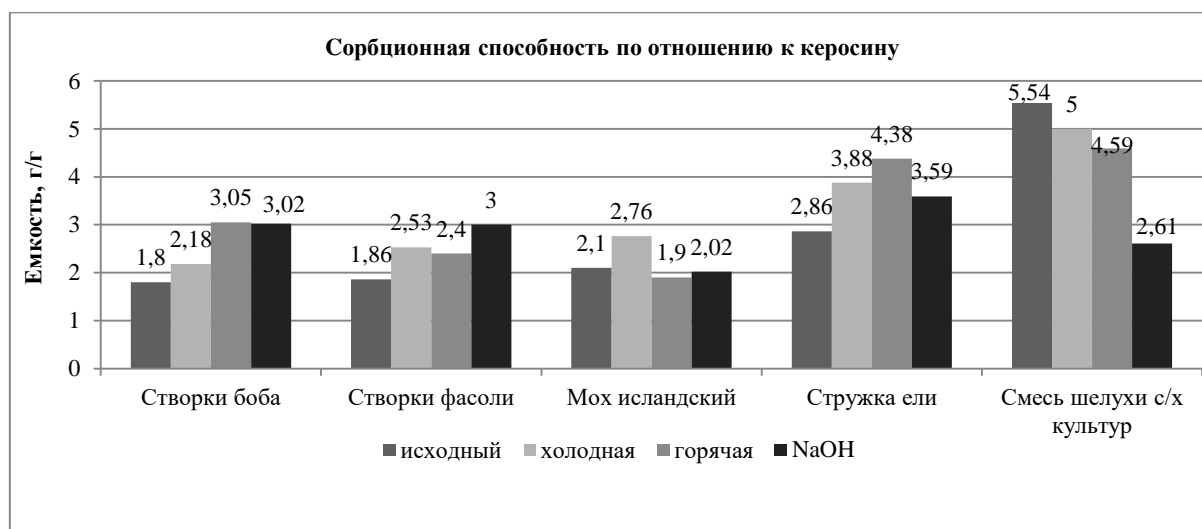


Рисунок 4. – Сорбционная способность по отношению к керосину, образцов сорбента в зависимости от вида обработки

Экономически эффективная сорбционная способность сорбентов в нативном сырье 3,0 г/г установлена для всех образцов, что свидетельствует о перспективности и целесообразности применения данных видов растительных отходов в качестве нефтяных сорбентов.

Сделано предположение о том, что ультразвуковая обработка способствует раскрытию дополнительных пор в образцах. Для этих исследований были взяты створки фасоли, боба, а также исландский мох (фракции 0,25–1 мм).

Проведены исследования адсорбционной активности по метиленовому синему, которая косвенно характеризует сорбционную способность по отношению к нефтепродуктам, и сорбционной способности по отношению к нефти в зависимости от времени обработки. Результаты приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. – Результаты адсорбционной активности по метиленовому синему образцов после обработки

Время обработки образцов, с	Сорбционная активность, мг/г		
	Створки фасоли	Створки боба	Исландский мох
15	73,81	123,81	43,18
30	73,81	126,19	45,45
60	77,5	133,75	52,27
120	82,5	135,71	52,38
180	68,18	136,90	57,5

Анализ зависимости сорбционной активности по МС показал, что при времени сорбции, превышающем 120 секунд, происходит снижение сорбционной активности створок фасоли. Сорбция метиленового синего створками боба и исландским мхом при этом возрастает.

Установлено, что в результате обработки произошло раскрытие пор. Для створок боба оно недостаточное по сравнению с обработкой горячей водой, но превышает этот показатель по сравнению с экстракцией холодной водой и щелочью.

Для исландского мха обработка ультразвуком показала себя как наиболее эффективный метод раскрытия пор, подходящих для сорбции метиленового синего при времени обработки свыше 60 секунд.

Таблица 3. – Результаты адсорбционной активности по нефти образцов после обработки ультразвуком в зависимости от времени воздействия

Время обработки образцов, с	Нефтеемкость, г/г		
	Створки фасоли	Створки боба	Исландский мох
15	4,53	5,2	4,68
30	4,75	5,05	4,74
60	5,11	5,0	4,76
120	6,02	4,81	4,83
180	5,02	4,37	4,99

Анализ зависимости сорбционной активности по нефти показал, что при времени сорбции, превышающем 120 секунд, происходит снижение сорбционной активности створок фасоли.

Кратковременное воздействие (до 180 секунд) ультразвуком на створки боба способствует увеличению нефтеемкости, однако с увеличением времени воздействия, сорбционная способность створок боба по нефти уменьшается.

Воздействие ультразвуком на исландский мох приводит к уменьшению сорбционной активности по нефти, что делает данный вид обработки нецелесообразным для этого вида сырья.

Значения нефтеемкости исследуемых образцов не уступают показателям некоторых промышленных сорбентов на основе торфа («Белнефесорб - экстра» (до 3 г/г), «Питсорб» (4 г/г), «Турбоджет» (3,6 г/г), «Сибсорбент» (2-4 г/г), «Экограннефеторф» (3-5 г/г) и др.) и на основе растительного сырья «СинержиСорб ПС-150» (от 3,5г/г).

Была проведена калькуляция плановой себестоимости научно-исследовательской работы, включающая в себя затраты на сырье и материалы, оплату труда и др. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Калькуляция плановой себестоимости НИР

Наименование статьи расхода	Сумма расходов, руб.
Материально-технические ресурсы	84,069
Затраты на электроэнергию	116,450
Фонд оплаты труда (ФОТ) научно-производственного персонала	888,015
Отчисления на социальное страхование (34% от ФОТ)	301,9251
Накладные расходы (15% от ФОТ)	133,2023
Прочие расходы	5,00
Себестоимость работ	1528,564
Налог на добавленную стоимость (НДС)	228,534
Итого (стоимость работ):	1757,098

Общая себестоимость проведения научно-исследовательской работы составила 1757,098 руб.

Изучено влияние способа обработки сорбента на сорбционную способность по нефти и нефтепродуктам и показано, что сельскохозяйственные отходы как в необработанном виде, так и остатки, подвергнутые обработке пригодны для сбора проливов нефтепродуктов, т.е. перспективно и экономически целесообразно направление утилизации таких местных крупнотоннажных отходов в качестве недорогого объемно-пористого абсорбента в технологических процессах очистки, концентрирования и удаления нефтепродуктов; впервые были исследованы сорбционные свойства представителей семейства Бобовые в качестве нефтяных сорбентов; установлено, что исследуемые образцы по своим сорбционным свойствам не уступают промышленно применяемым аналогам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров В.А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия / В.А. Владимиров // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – № 1 (6). – С. 217–229.
2. Нефтяные сорбенты на основе природных материалов / Алексанян К.Г. [и др.] // НефтеГазХимия. – 2020. – № 1. – С. 57–60.
3. A review on sorbent devices for oil-spill control / Neha Bhardwaj, Ashok N. Bhaskarwar // Environmental Pollution 243 (2018), pp. 1758–1771.
4. Neftegaz.RU [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://neftegaz.ru/analisis/ecology/329375-krupneyshie-razlivy-nefti-v-istorii-chelovechestva/>. – Дата доступа: 10.03.2020.
5. Якубовский, С.Ф. Сорбенты для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на основе отходов лесной и сельскохозяйственной промышленности / С.Ф. Якубовский, Ю.А. Булавка, Е. И. Майорова // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций : противодействие современным вызовами угрозам : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Минск : УГЗ, 2017. – С. 206–208.
6. Влияние кислотной обработки опилок липы на нефтеемкость / Денисова Т.Р. [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – № 20. – С. 275–277.